

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-347364

(43)Date of publication of application : 18.12.2001

(51)Int.Cl.

B22D 43/00

B01D 39/20

B22C 9/08

C04B 35/14

(21)Application number : 2000-213510

(71)Applicant : KORANSHA CO LTD

(22)Date of filing : 08.06.2000

(72)Inventor : TAKESHITA MASAOKI  
KOMATSU HIROKI  
KURITA SUMIHIKO

## (54) POROUS FILTER FOR MOLDING MOLTEN METAL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a porous filter for filtering inclusions contained in the molten metal when molding the molten metal mainly consisting of iron, nickel and cobalt.

**SOLUTION:** This porous filter for molding the molten metal which is formed of a sintered body of silica powder is suitable for the molten alloy mainly consisting of one kind, or two or more kinds of metals selected among iron, nickel and cobalt. The amount of the amorphous component in the silica component constituting the filter is  $\geq 80\%$ . This filter is most suitable for the molten metal having the composition consisting of  $\geq 60\%$  in total iron, nickel and cobalt.

6

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-347364

(P2001-347364A)

(43) 公開日 平成13年12月18日 (2001. 12. 18)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テ-グ-ト* (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| B 2 2 D 43/00             |      | B 2 2 D 43/00 | C 4 D 0 1 9 |
| B 0 1 D 39/20             |      | B 0 1 D 39/20 | D 4 E 0 1 4 |
| B 2 2 C 9/08              |      | B 2 2 C 9/08  | A 4 G 0 3 0 |
| C 0 4 B 35/14             |      | C 0 4 B 35/14 |             |

審査請求 未請求 請求項の数 2 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-213510(P2000-213510)

(22) 出願日 平成12年6月8日 (2000. 6. 8)

(71) 出願人 000143330

株式会社香蘭社

佐賀県西松浦郡有田町幸平一丁目3番8号

(72) 発明者 竹下 昌章

佐賀県西松浦郡有田町幸平一丁目3番8号

株式会社香蘭社内

(72) 発明者 小松 宏紀

佐賀県西松浦郡有田町幸平一丁目3番8号

株式会社香蘭社内

(72) 発明者 栗田 澄彦

佐賀県杵島郡山内町宮野91の114

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属溶湯鑄造用多孔質フィルター

(57) 【要約】

【課題】 鉄、ニッケル、コバルトを主成分とする溶湯を鑄造するときの溶湯中に含まれる介在物を濾過するための多孔質フィルターを提供する。

【解決手段】 シリカ粉末の焼結体からなる金属溶湯鑄造用多孔質フィルターであって、鉄、ニッケル、コバルトの中から選択された一種あるいは二種以上の金属を主成分とする合金溶湯に適する。フィルターを構成するシリカ成分の中の非晶質成分の量は80%以上である。また該フィルターは、鉄、ニッケル、コバルトの総和が60%以上である溶湯組成に最適である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリカ粉末の焼結体からなる金属溶湯製造用多孔質フィルターであって、該金属溶湯が鉄、ニッケル、コバルトの中から選択された一種あるいは二種以上の金属を主成分とする合金溶湯で、かつ該シリカ成分の中の非晶質成分の量が 80% 以上からなることを特徴とする金属溶湯用フィルター。

【請求項 2】 上記金属溶湯の中の鉄、ニッケル、コバルトの総和が 60% 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の金属溶湯用フィルター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は金属溶湯を鋳型へ流し込み、溶湯を凝固させて鋳造体を得る鋳物工業分野に係るものであって、詳しくは金属溶湯を鋳型へ流し込む際に用いる金属溶湯製造用多孔質フィルターに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から鋳物工業においては、各種金属溶湯を鋳型へ流し込み、これを凝固させて形状物を得る方法が用いられている。本法は複雑形状を有する製品を容易に得られるという大きな利点を有する。一般的には、まず鋳造用金属材料を高温で溶融し金属溶湯とする。鋳型は砂型を用い、鋳型へ注湯するための湯口および湯道が設けられる。金属溶湯中には鋳物の性能に悪影響を与える介在物（スラグ等）が含まれているため、これを溶湯が鋳型へ入る前に除去する必要がある。この溶湯中の介在物の除去には、耐熱性を有する多孔質セラミックフィルターが用いられる。多孔質セラミックフィルターは、鋳造用鋳型に付随する湯口底、あるいは湯道に設置される。

【0003】 金属溶湯製造用フィルターの第一の機能は、溶湯中のスラグ等の介在物を捕捉して、鋳造体への混入を防止することにある。このため、金属溶湯の種類によって、最適な空隙を有するフィルターを選択することが必要である。さらにフィルターの第二の機能として、金属溶湯の流れを整流する役目がある。金属溶湯が直接湯口から湯道に流れ込むと、溶湯の流れが乱流であるため、湯道を形成する砂型の一部を削り取り、砂が溶湯の中に紛れ込み、鋳型へ流入し鋳造体の欠陥となる。従って、フィルターを湯口底あるいは湯道に設置することで乱流状態の溶湯が整流化され、砂型の削り現象を防止することができる。なお、フィルターは 1 回の注湯作業が終了すると、介在物、凝固金属によって殆んど目詰まりを起こすため、廃棄するのが一般的な使用方法である。

【0004】 フィルター特許では、特開昭 52-77114 号にはポリウレタンフォームを用いたセラミックフォームの製造法が記載されている。また、特開昭 55-111817 号には溶融金属用濾過材としてのセラミッ

ク多孔体が記載されている。さらに製造法およびセラミック材として特開昭 63-265880 号には連通気孔を有する多孔質焼結体の製造方法が記載されており、溶融金属フィルター用の材料としてアルミナ、ジルコニア、ジルコン、コーデライト、ムライト、シリカ、チタン酸アルミ等が素材として挙げられている。

【0005】 現在、各種のセラミックフィルターが研究開発され、すでに市販されている。代表的なフィルター素材は、アルミナ、ジルコニア、コーデライト、炭化珪素-ガラス、グラファイトである。フィルター材料の選択基準は、金属溶湯の種類によって概ね決定される。例えば低融点のアルミニウム溶湯、アルミ合金溶湯の場合は、グラファイト、アルミナ、コーデライトが使用されている。

【0006】 一方、溶融温度が高い鉄、ニッケル、コバルトを主成分とする金属溶湯用にはジルコニアフィルター、コーデライトフィルターが使用されている。ジルコニアはこれらの金属成分を含む溶融金属およびスラグ等に対して優れた耐食性を有する。しかしジルコニア製フィルターは、耐食性に優れるものの、熱膨張係数が約  $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  と他のフィルター材料に比べて非常に高い。このため単に緻密な骨格を持つ多孔体を製造しても、その高い線熱膨張係数により高温の溶湯と接触すると、強烈な熱応力が発生し、多孔体構造が破壊してしまう。そこでこの対策として多孔体の骨格を構成する粒子径を粗くする等が施されているが、粒子が粗い分だけ多孔体の機械的強度が低く焼結性も低下するため、1600℃ 以上の高温焼結を必要とする。このため製造コストがコーデライト等に比べ非常に高価であるが、ジルコニアに勝る材料がないために使用されているのが現状である。しかしながら、線熱膨張係数が非常に大きなジルコニアフィルターは、作業条件によっては多孔体の骨格の一部に熱衝撃によりクラックが発生し、鋳造体へ混入するという根本的な問題を抱えている。

【0007】 なおコーデライトフィルターは、コーデライトの線熱膨張係数が比較的低いために、ある程度の耐熱衝撃性を有する。しかし鉄、ニッケル、コバルトを主成分とする高融点の溶湯では、耐熱衝撃性能だけでなく、高温変形性、高温強度、耐食性が必要となるが、コーデライトの場合は、低強度かつ耐食性に問題があり、ジルコニアフィルターよりも性能的に劣る場合が多い。

【0008】 更に、ジルコニアをはじめとする市販のセラミックフィルターは、溶湯と接した直後、溶湯の一部が一時的に凝固し、フィルターが瞬間的な目詰まりを起こす。この目詰まりは、溶湯の総熱量がフィルターに比べて膨大であるため、時間が経過するとフィルター全体が暖まり、凝固金属も再溶融する。しかし、再溶融する間、フィルターには高比重の溶湯による高圧力がかかるため、フィルターを構成する多孔質セラミック骨格の

10

20

30

40

50

部が破損しやすいという問題を有する。高圧力の状態でフィルターの目詰まりが解消すると、溶湯はフィルターを一気に通過し始める。このことは本来の目的である溶湯の乱流を整流するという観点において好ましくなく、実際問題として砂型が削られて鋳型へ混入することがある。このように熔融温度が高い熔融金属、とくに鉄、ニッケル、コバルトを主成分とする熔融金属に対して優れた耐食性と耐熱衝撃性、初期凝固が生じにくいセラミック多孔質フィルターは実用化されていないのが現状である。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであって、鉄、コバルト、ニッケルを主成分とする金属溶湯による鋳造工程において、耐熱衝撃性、耐食性に優れ、溶湯濾過初期時の溶湯の瞬間的な目詰まりがほとんどなく、高効率かつ高信頼性の金属溶湯用多孔質フィルターを提供せんことにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は上記問題点に関して鋭意研究を行った結果、次の(1)～(2)の手段を採用することによって実用可能な金属溶湯用多孔質フィルターを提供できることを見いだした。即ち、

(1) シリカ粉末の焼結体からなる金属溶湯鋳造用多孔質フィルターであって、該金属溶湯が鉄、ニッケル、コバルトの中から選択された一種あるいは二種以上の金属を主成分とする合金溶湯で、かつ該シリカ成分の中の非晶質成分の量が80%以上からなることを特徴とする金属溶湯用フィルター。

(2) 上記金属溶湯の中の鉄、ニッケル、コバルトの総和が60%以上であることを特徴とする上記(1)に記載の金属溶湯用フィルター。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の金属溶湯用多孔質フィルターは、シリカ粉末の焼結体から成る。シリカは結晶学的には石英、クリストバライト、トリジマイト、非晶質(シリカガラス)に分類できる。このうち、非晶質シリカが最も線熱膨張係数が低く、さらに他の酸化物、非酸化物セラミックと比較しても線熱膨張係数が小さく、耐熱衝撃性の観点では1000℃以上の温度差に晒される溶湯用フィルターには最適な材料である。

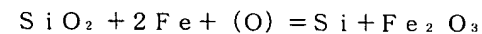
【0012】本発明のシリカ粉末の焼結体は、シリカ成分の中の非晶質成分の量が80%以上であることが好ましい。非晶質成分の量が80%未満、つまり結晶質シリカ成分が20%以上に増加すると、フィルターの耐熱衝撃性が急激に低下する。ここでの結晶質シリカ成分は上記の石英、クリストバライト、トリジマイトを指すが、特にクリストバライトの線熱膨張係数が高く、クリストバライト結晶がシリカ焼結体中に概ね20%を超える量が含有されると、耐熱衝撃性が低下し、多孔体を形成する骨格の一部にクラックが発生しやすくなる。結晶

質シリカの種類によって線熱膨張係数が異なるが、本発明のフィルターでは線熱膨張係数で概ね $3.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下であることが望ましい。非晶質シリカ量はフィルター素材の一部を取り出し、粉碎後、粉末X線回折法により結晶質シリカ量を定量し、全量100%から結晶量%を差し引いて計算する。測定誤差を考慮して結晶量の測定は3回行い、その平均値を結晶量とする。計算法は内部標準法が好ましいが、外部標準法も適宜使用可能である。線熱膨張係数は一般的な手法で測定し、常温～800℃までの線熱膨張係数を算出する。

【0013】このように非晶質シリカ量を制御することで鉄、ニッケル、コバルトの中から選択された一種あるいは二種以上の金属成分からなる合金溶湯の濾過においては、シリカ成分の中の非晶質成分の量が80%以上であれば、フィルターを構成する多孔質体の骨格にクラック発生がなく、セラミック小片の鋳造体への混入が生じない。

【0014】さらに、鋳型と湯口の間に設置されているフィルターの材質が市販のコーデライト、ムライト、アルミナ、ジルコニアあるいはこれらの複合体から成る場合、上述したように溶湯が注湯直後に一時的な凝固現象を生じ、時間の経過後にフィルターを一気に通過する現象がある。これはフィルター素材の表層部と溶湯との反応が吸熱であるためと考えられる。

【0015】一方、本発明のシリカ粉末の焼結体では、この溶湯の注湯初期の凝固が生じにくいという特徴を有する。すなわち、例えば熔融鉄との反応を一例にとると、次式の化学反応式で表される。



この反応はシリカと鉄および共存する酸素によって生じるもので、発熱を伴う。つまり熔融鉄がシリカと接すると発熱するため、溶湯が吸熱されないために、初期の凝固現象が生じにくいものと考えられる。ニッケル、コバルトでも同様の反応系が考えられる。すなわち、本発明のシリカ粉末の焼結体から成る溶湯鋳造用多孔質フィルターは、フィルターをシリカ質の焼結体とすることで注湯初期時の溶湯の凝固を防止することが可能である。

【0016】同時にシリカ質の焼結体の結晶成分の内、非晶質シリカ分を80%以上とすることで、とくに鉄、ニッケル、コバルトの中から選択された一種あるいは二種以上の金属を主成分とする合金から成る金属溶湯の濾過時のクラック防止、セラミック小片の混入防止も達成できる。この2つの構成要因が本発明の最大の特徴である。とりわけ、鉄、ニッケル、コバルト、の総和が多い合金組成ほど、本発明のシリカ質の焼結体の効果が発揮され、好ましくは鉄、ニッケル、コバルトの中から選択された一種あるいは二種以上の金属成分が60%以上の合金組成の溶湯であれば、更にフィルター性能が向上する。

【0017】本発明のフィルターは、通常多孔質セラ

10

20

30

40

50

ミックを成形、焼成する手段によって製造可能である。例えば、ウレタンフォームにシリカ粉末スラリーを付着させ、焼成することで多孔質体を得る、いわゆるウレタンフォーム法、あるいは有機バインダーを含む高粘性のペーストを細く押し出し、これを幾何学的な動きで空隙を持つように積層する方法、さらにはシリカ粉末と有機バインダーを混練後、真空押し出し機にてハニカム状に押し出し後、焼成するハニカム製造法、中子を用いた鋳込み成形法等である。なお、本発明はシリカ粉末を焼結して得られた金属溶湯用フィルターであって、該フィルターの成形および焼成法によって制限を受けるものではない。いずれも焼結体中の非晶質シリカ量が80%以上になるように原料を選定し、成形、焼成することが必要である。

【0018】得られたシリカ粉末から成る焼結体は、3次元骨格を有するもの、ハニカム形状を有するものであっても、その構造は緻密体、あるいは閉気孔を有する焼成体だけでなく、粗大粒子と微細粒子が融着したような構造、あるいは骨格が多孔質構造であるものも含まれる。

#### 【0019】

##### 【実施例】（実施例1）

溶湯組成：ねずみ鋳鉄（FC300）注湯温度：1450℃

シリカ粉末と水、有機バインダー、分散剤から成るスラリーを作製後、3次元の骨格を有する軟質ポリウレタンフォーム（100×100×20mm厚み）にスラリーを含浸し、120℃で乾燥後、600℃で有機質を焼却した後、焼結させた。焼結条件を変えることで非晶質の含有率が100、96、93、86、80、76、65%である各種のシリカ質の焼結体を得た。なお、結晶質シリカはクリストバライトであった。各焼結体の線熱膨張係数は表1に示す。また比較のために、同法によるコーデライト製フィルター、ジルコニア製フィルターも作製しフィルター性能を比較した。

【0020】表1の非晶質%は重量割合を示す。線熱膨張係数は常温～800℃までの値である。また濾過性能とは金属溶湯を注入作業後、鋳造体およびフィルターにクラック、骨格の一部脱離などの有無を指す。初期凝固とは注入後、溶湯が凝固停滞したおおよその時間（秒数）を指す。表中の番号、1～7までがシリカ粉末の焼結体から成る溶湯鋳造用多孔質フィルター、番号8、9が比較例である。

【0021】番号1のシリカ質の焼結体は、初期凝固性は良好であったが、非晶質シリカ成分量が65%と低い（クリストバライトが35%混在した組成）ため、素材の線熱膨張係数が高くなり、濾過時にフィルター骨格にクラックが発生し、その一部が破壊したために未濾過状態の溶湯が鋳型へ注型された。鋳造体には溶湯中の介在物が点在しており、鋳造体として使用困難な状況であった。

【0022】番号2のシリカ焼結体では、非晶質シリカ量が76%と番号1よりも増加したため、耐クラック性は向上したが、試験個数を増やして試験を行ったところ、10回に1回程度の頻度でフィルター骨格の未架橋部が破損し、小片となって鋳造体へ混入する現象が認められ、この鋳造体も内部欠陥によって使用困難であった。

【0023】本発明の範囲である番号3～7では注湯試験回数50回において、クラック発生あるいは小片の脱離および鋳造体への混入が無く、かつ初期凝固時間も比較例に対して非常に短時間であり、溶湯がスムーズに鋳型へ注型された。なお、初期凝固測定には誤差があるため、本発明のシリカ焼結体から成るフィルターにおいては、ほとんど瞬間的に注湯が開始されるように見えた。

【0024】一方、番号8のコーデライトでは、濾過性能的には10回に2回程度の頻度で小片の脱離および鋳造体の混入が認められた。これはコーデライトの線熱膨張係数が本発明のシリカ焼結体に比べやや高いこと、かつ初期凝固現象による高圧力に多孔質フィルターを構成する骨格が強度的に耐えられなかったためである。

【0025】番号9のジルコニアフィルターでは耐食性は抜群に良いが、初期凝固時間が本発明のシリカ焼結体に比べて概ね倍以上長く、15回に1回程度の頻度で砂粒が鋳造体中に混入する現象と微小片の鋳造体への混入が認められた。これはジルコニアフィルターの骨格強度はコーデライトに比べ高いが、初期凝固の後に起こる高圧注湯により、砂型の一部が削り取られたものと考えられる。このように本実施例で示すようにシリカ質の焼結体から成る溶湯鋳造用多孔質フィルターの性能と信頼性は他の市販フィルターとは一線を画す優れたものである。

#### 【0026】

##### 【表1】

| 7   |        | 8                    |      |             |
|-----|--------|----------------------|------|-------------|
| 番 号 | 非晶質%   | 線熱膨張係数               | 濾過性能 | 初期凝固<br>sec |
| 1   | 65     | $4.0 \times 10^{-6}$ | ×    | 1.0         |
| 2   | 76     | 3.9                  | △    | 1.0         |
| 3   | 80     | 3.4                  | ○    | 0.5         |
| 4   | 86     | 2.5                  | ○    | 0.5         |
| 5   | 93     | 1.5                  | ○    | 0.5         |
| 6   | 96     | 1.1                  | ○    | 0.5         |
| 7   | 100    | 0.5                  | ○    | 0.5         |
| 8   | コーデライト | 3.7                  | △    | 2.5         |
| 9   | ジルコニア  | 10.0                 | △    | 2.0         |

## 【0027】(実施例2)

溶湯組成: SCH12 (Fe-18Cr-8Ni)

実施例1と同様に鋳造試験を行った。本実施例でも番号  
3～6のフィルターにおいて注湯初期の凝固がほとんど  
なく、また鋳造体へのセラミック小片および砂粒の混入  
が全く見られず良好な結果を示した。

## 【0028】(実施例3)

溶湯組成: SCH22 (Fe-20Ni-25Cr)

## 【0029】(実施例4)

溶湯組成: SKH5 (Fe-4Cr-20W-1.3V-16.5Co)

## 【0030】(実施例5)

溶湯組成: Fe-13Cr-0.2C

【0031】実施例3～5に示す溶湯組成においても実\*30

\* 施例1の溶湯組成と同様に本発明の範囲である番号3～  
7のシリカ質の焼結体から成る溶湯鋳造用多孔質フィル  
ターは、初期凝固時間が平均1秒未満と極めて短く、コ  
ーデライト、ジルコニア製溶湯鋳造用多孔質フィルタ  
ーは、何れも2秒から3秒要した。

## 【0032】

【発明の効果】本発明の溶湯用多孔質フィルターは次の  
ような利点を有する。

- 1) 注型時の初期凝固現象を短縮でき、かつ溶湯濾過  
性能に優れる。
- 2) フィルターの破損による鋳造体への混入を防止で  
きる。
- 3) 高品質かつ高歩留まりで鋳造製品が得られる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 4D019 AA03 BA05 BA06 BB06 BD01  
CB04 CB06  
4E014 NA08  
4G030 AA37 BA25 GA09